

Razvoj modela investiranja v IT infrastrukturo z uporabo metod sistemske dinamike

Miran Šik

Cesta na Markovec 73, 6000 Koper, Slovenija, miran.sik@actual-it.si

V članku je z uporabo metod sistemske dinamike predstavljena zasnova modela za podporo odločanju pri investiranju v IT infrastrukturo. Raziskane so vzročno posledične povezave med investicijami v IT in doseženim dobičkom. Z modelom so opisani vplivi investicij v IT infrastrukturo na povečanje dobička preko povečane strateške prožnosti. Predstavljene so simulacije vrednosti dobička pri različnih vrednostih zunanjih spremenljivk in pri različnih funkcijah medsebojnih vplivov spremenljivk. V raziskavi ugotavljamo, da so funkcije medsebojnih vplivov spremenljivk slabo raziskane in da bi njihovo boljše poznavanje bistveno pripomoglo k izboljšanju kvalitete modela.

Ključne besede: sistemska dinamika, modeliranje, podpora odločanju, investiranje v IT infrastrukturo

1 Uvod

Informacijska tehnologija predstavlja za mnoge firme največji delež investicij. Vsak IT projekt se lahko z investicijskega zornega kota obravnava kot portfelj, ki vsebuje enega ali več investicijskih ciljev, vrednost njihovih deležev v konkretnem projektu pa se spreminja. V študiji, ki sta jo izvedla Weill in Aral (2006), so firme kar 54% vrednosti vložile v doseganje infrastrukturno usmerjenih ciljev, 13% pa v transakcijske sisteme, ki so izkoriščali to infrastrukturo, v informacijske sisteme in v sisteme za doseganje strateških ciljev pa 20% oziroma 13%. Dejstvo je, da je investiranje v IT infrastrukturo tvegano, ker so časi v katerih se investicija povrne relativno dolgi in pomenijo negotovost v obdobjih hitrih tehnoloških sprememb.

Kot vsaka investicija mora tudi tista v IT imeti pozitivne učinke na poslovanje. Merjenje prispevka IT investicij k uspešnosti poslovanja in preverjanje, ali so investicije res dosegle pričakovane učinke na poslovanje, zahteva mnogostranski pristop, saj se prepletajo finančni, organizacijski, družbeni, procesni in tehnološki dejavniki.

Vrednotenje IT investicij, tako iz finančnega vidika (otipljivega → ang. tangible) kot po ostalih nemerljivih kriterijih (neotipljivi → angl. intangible), je težavno ker (Lin et al., 2005): a) organizacije napačno prepoznavajo pomembna tveganja, stroške in pridobljene prednosti, b) običajne finančne metode ocenjevanja so neustrezne za ovrednotenje pridobitev in stroškov IT investicij, c) nove tehnologije prinašajo večja tveganja, kar vpliva na stroške, čas izvedbe in pravočasnost izvedbe, d) premalo pozornosti je posvečene sprotne spremljanju in ocenjevanju IT investicij, e) težko je ovredno-

titi nemerljive kriterije in postaviti vzročno povezavo med IT investicijo in dobičkonosnostjo.

Nobelovec Solow je že leta 1987 v New York Times (Solow, 1987) zapisal, da se računalniki pojavljajo povsod, razen v statistikah o produktivnosti. Pojavil se je tudi izraz »paradoks produktivnosti« v informacijski tehnologiji (Brynjolfsson, 1993), ki označuje omenjeno nesorazmerje (vložena sredstva - pridobljene koristi). Seveda je to sprožilo val raziskav, ki so hotele dokazati pravilnost oziroma napačnost trditve v paradoksu. Nekatere študije potrjujejo, da ni mogoče dokazati odvisnosti organizacijske učinkovitosti od IT investicij (Hu in Plant, 2001). Prav Brynjolfsson (Brynjolfsson, 1998) pa je zapisal, da »komputerizacija« avtomatsko ne poveča produktivnosti, je pa pomembna potrebna komponenta pri sistemskih in organizacijskih spremembah.

Zaradi velikih investicijskih vložkov je razumljivo, da se pričakujejo tudi občutna povračila investicij. Hitt in Brynjolfsson (1996) ugotavljata, da so različna uporabljena merila za ocenjevanje investicij, pripeljala do različnih razlag poslovne vrednosti IT. Empirične izkušnje in tudi teoretični argumenti pričajo, da imajo investicije v IT lahko pozitiven vpliv na učinkovitost poslovanja firm.

Porter in Millar (1985) prepoznata tri najpomembnejše neposredne učinke, ki jih informacijska tehnologija prinese firmi: a) znižanje stroškov - avtomatizacija zalog, novi prodajni procesi, b) poudari diferenciacijo - kupcem prilagojeni proizvodi in povečana izbira in c) vpliv na spremembo ciljev poslovanja - povečana sposobnost obvladovanja aktivnosti znotraj firme in povečane komunikacijske sposobnosti z zunanjim okoljem.

Identifikacija učinkov investiranja v IT in njihovo merjenje je postala tema obširnih raziskav, ki so jih izvajali na praktičnih primerih (Hu in Plant, 2001, Hu in Quan, 2003, Wimble, 2006, Hosman et al., 2008), drugi avtorji pa so razvili teoretične modele za pomoč pri ocenjevanju uspešnosti IT investicij (Benaroch, 2002, Dutta et al., 2004, Fichman, 2004, Dehning et al., 2005, Silvius, 2006). Wang in Liu (2005) sta uporabila pristop s sistemsko dinamiko, da sta raziskala dinamiko uvajanja informacijskih sistemov in ovrednotila uspešnost IS.

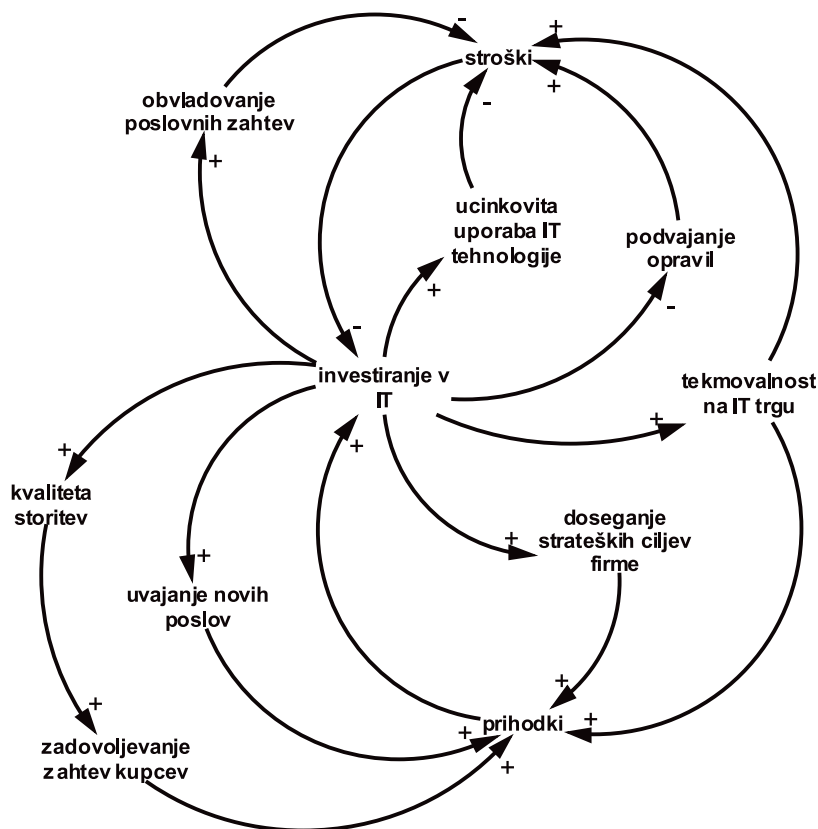
Z namenom, da bi se lažje spopadli z izzivi, je predvsem za managerje na strateškem nivoju, potrebno zgraditi primerne modele in analitične okvire, ki bodo pokrivali zelo dinamično, spremenljivo in kompleksno sodobno okolje upravljanja. Nekateri raziskovalci (Van Bruggen et al., 1998) so ugotovili, da se odločevalci – managerji, ki uporabljajo orodja za podporo odločanju, manj odločajo na podlagi zasidranih preteklih odločitev kot tisti, ki takih orodij ne uporabljajo. Uporaba modelov v sistemih za podporo odločanju je povečala uporabnost in učinkovitost teh sistemov.

Temeljni problem, ki ga zaznavamo pri planiranju in investiranju v IT infrastrukturo je, da ne vemo ali bo investicija pripomogla k uspešnejšemu poslovanju, torej k doseganju in povečevanju dobička. V prispevku bomo prikazali zasnovo modela za podporo odločanju pri investiranju v IT infrastrukturo z metodami sistemske dinamike. Glede na predstavljene dileme glede vrednotenja investicij v IT bomo predstavili model, v katerem se investiranje v IT infrastrukturo odraža posredno v povečanju dobička preko povečane strateške prilagodljivosti

firme. Ob samem razvoju modela bomo pokazali pomembnost funkcije medsebojne odvisnosti rasti dobička in IT investicij ter njen vpliv na obnašanje modela.

2 Metode

Sistemska dinamika so metode, s katerimi lahko opazujemo obnašanje dinamičnih sistemov in trdnost izbranih politik, primerne pa so za modeliranje kompleksnih, nelinearnih, naravnih, tehničnih in organizacijskih sistemov. Dinamičnost in kompleksnost sistemov se namreč ne kažejo zgolj v velikem številu komponent ali v velikem številu možnih kombinacij pri sprejemanju odločitev, temveč predvsem v medsebojnem delovanju komponent skozi čas. Časovne zakasnitve med sprejeto odločitvijo in njenim vplivom na stanje sistema so pogoste in njihovi vplivi niso linearni. Včasih so tako prepleteni, da spravijo sistem v neravnovesje. Večkratne povratne zveze otežujejo pregled nad delovanjem sistema. Težko je izolirati opazovano spremenljivko od dogajanja v celotnem sistemu, ker se mnogo spremenljivk spreminja sočasno, s tem pa se zabriše jasnost vplivov na obnašanje sistema. Metode sistemske dinamike je razvil in objavil Forrester (1961, 1968) v 60tih letih 20. stoletja na MIT (Massachusetts Institute of Technology) s prvotnim namenom, da bi modelirali upravljalvske in industrijske procese. Bistvo tehnike sistemske dinamike je v uporabi povratne vzročnosti (ang. circular causality) in povratne zveze (ang. feedback) za simuliranje obnašanja kompleksnih siste-



Slika 1: Vplivi investicij v IT na doseganje lastnosti strateško prilagodljive firme

mov. Osnovni gradniki sistemske dinamike so stanja in tokovi, ki zajamejo spremembe stanj, časovne zakasnitve in nelinearnosti (Kljajić, 1994). Lastnosti metodologije, kot so splošna uporabnost, enostavnost komuniciranja, možnost eksplicitne predstavitve fizičnih tokov, naravna sposobnost za modeliranje nelinearnosti in sposobnost popisati obnašanje modela v nekem časovnem obdobju, omogočajo sistemski pristop k razumevanju sistema in celovitemu reševanju problemov.

Modeliranje označuje Sterman (2000) kot del procesa učenja in kot iterativen in ponavljajoč proces oblikovanja hipotez, testiranja in ponovnega pregledovanja formalnih in miselnih modelov. Modeliranje je vzročno posledični proces in ne linearno zaporedje opravil. Proces iterativnega modeliranja je sestavljen iz petih podprocesov:

- določitev problema (postavitev omejitev)
- postavitev dinamične hipoteze
- postavitev simulacijskega modela
- testiranje
- zasnova strategije in ocena.

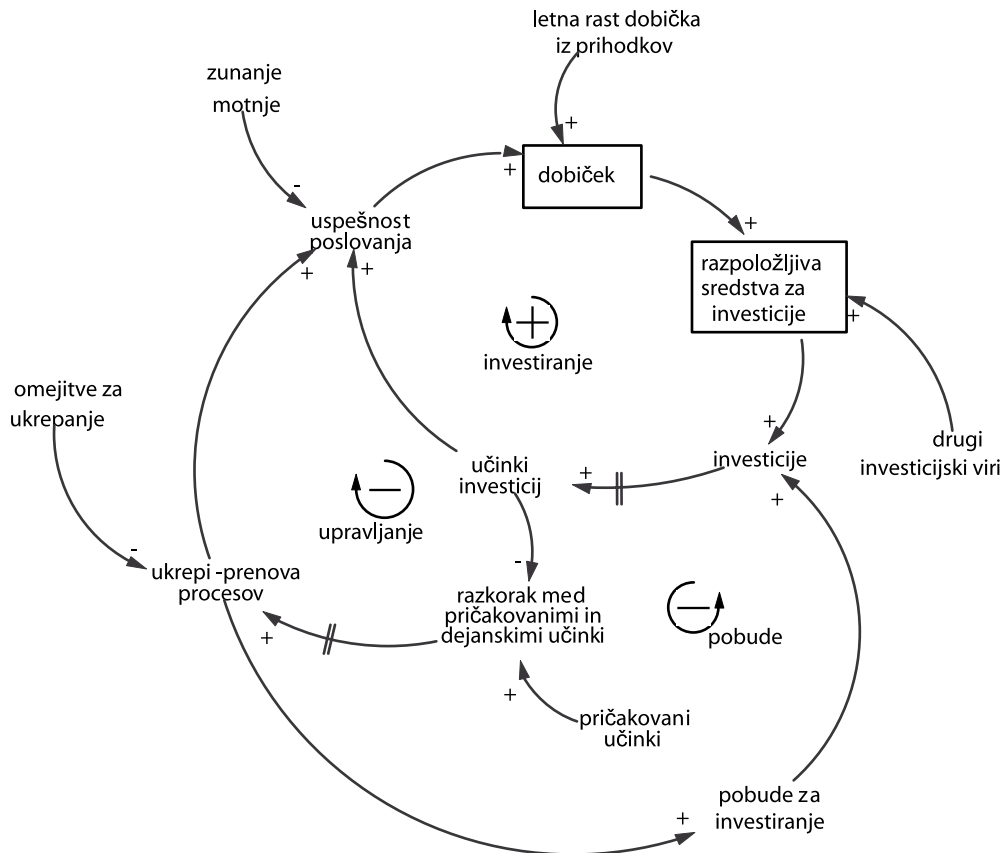
Modeli so široko uporabljeni pri testiranju in napovedovanju obnašanja poslovnih sistemov in odločitvenih procesih (Kljajić et al., 2000, Škraba et al., 2003, Franko et al., 2004) ter kot pomoč pri odločanju na strateških nivojih družbeno-ekonomskega upravljanja (Kljajić et al., 2005a, Kljajić et al., 2005b).

Ne glede na možne poglede na vrednotenje organizacijske učinkovitosti se prej ali slej učinkovitost pokaže tudi v povečanem dobičku.

Strateško prilagodljivost. Hilhorst in sodelavci (2005) navajajo kot pomemben pogoj, da firma v dinamičnem, nepredvidljivem in konkurenčnem okolju uspešno posluje, ustvarja dobiček in se razvija. Strateško prilagodljiva firma lahko hitro spremeni ključne poglede na poslovno strategijo in uporabi svoje potenciale za izboljšanje konkurenčnih pozicij. Sposobna je hitro odgovoriti na spremembe v povpraševanju, prilagoditi produkt ali storitev individualni stranki, hitro odgovoriti na ponudbo novih produktov s strani konkurence, hitro odgovoriti na spremembe cen s strani konkurence, enostavno izvesti širitev na nove trge, hitro osvojiti in uvesti nove tehnologije za hitrejša, boljše in cenejše proizvode ali storitve, korenito prenoviti proizvode, na različne načine sodelovati s partnerji, da se znižajo stroški, izboljša kvaliteta ali čas dostave.

Doseganje lastnosti strateško prilagodljive firme kot posledico investicij v IT smo prikazali z vzročno posledičnim diagramom na sliki 1.

Diagram prikazuje, da so s povečanim investiranjem v IT, boljše obvladane poslovne zahteve po informacijski tehnologiji, kar pripomore k znižanju poslovnih stroškov, s pospešenim investiranjem pa omogočamo učinkovitejšo uporabo obstoječih IT tehnologij, kar zmanjšuje skupne stroške. Investiranje v IT in večja uporabnost IT omogočata optimiranje poslovnih procesov in odpravljanje podvajanja opravil, posledično pa zniževanje stroškov. S povečanim investiranjem v IT se vzpostavljajo pogoji za povečano tekmovalnost na IT trgu. To sicer povečuje stroške zaradi potreb povečanega pojavljanja na trgu, hkrati pa se zaradi tega povečujejo tudi prihodki. Povečanje pri-



Slika 2: Vzročno posledični diagram modela

hodkov je zaznati tudi zaradi boljšega doseganja zastavljenih strateških ciljev firme, na kar nedvomno vpliva povečano investiranje v IT. Posledice večjega investiranja se poleg ostalega kažejo v izboljšanju kvalitete storitev in možnosti pridobivanja novih poslov, kar posredno (preko povečanega zadovoljstva kupcev) ali neposredno povečuje prihodke firme. Povečanje prihodkov izboljšuje pogoje za povečanje investiranja v IT, nasprotno pa povečanje stroškov te pogoje slabša.

2.1 Opis in analiza modela

Prepoznavanje problema je prvi korak k njegovi rešitvi. Sledi mu teoretična razlaga dinamike problema, ki ji pravimo tudi postavitev dinamične hipoteze, ker podaja razlago dinamičnega obnašanja opazovanega sistema z vidika povratnih povezav ter strukture stanj in pretokov. Sistemska dinamika išče notranje (s tujko endogene) razlage pojavov in preučuje dinamiko med spremenljivkami v sistemu. Poleg odločitev, ki jih sprejmemo znotraj sistema, vplivajo na uspešnost poslovanja oziroma doseganje dobička tudi vplivi okolja, na katere neposredno ne moremo delovati.

Dinamičnost problema se v preučevanem primeru kaže v povratnih zvezah, ki nastopajo v modelu. Časovni zamiki učinkov so pomemben element, ki določajo vzorec obnašanja sistema. Na sistem, poleg učinkov investiranja, odločilno vpliva tudi ukrepanje managementa, ko zazna razkorak med zastavljenimi cilji in doseženimi učinki. Ukrepanje, ki se poleg operativnih aktivnosti kaže predvsem v strateški prenovi procesov, ima neposreden vpliv na uspešnost poslovanja, hkrati pa je tudi vir pobud za nadaljnje investiranje, saj je lahko razkorak med pričakovanimi in dejanskimi učinki tudi posledica preskromnih investicij v infrastrukturo, kar ima za posledico premajhno organizacijsko učinkovitost in slabo strateško prožnost.

Z vzročno posledičnim diagramom na sliki 2 predstavljamo osnovni miselni model, ki pomeni izhodišče za nadaljnje iteracije. Njegov namen je, da predstavi spremenljivke, ki vplivajo na obnašanje sistema in njihovo medsebojno povezanost, da opiše osnovne relacije in povratne zveze med najpomembnejšimi spremenljivkami, in s tem zajame dinamiko sistema.

V modelu so prisotne tri povratne zanke, ki smo jih poimenovali: investiranje, pobude in upravljanje.

Pozitivna povratna zanka **investiranje** predstavlja krepitev dobička zaradi uspešnega poslovanja, ki je posledica povečanih učinkov zaradi večjih investicij. Le-te so se povečale zaradi večje razpoložljivosti sredstev, ki so posledica povečanega dobička. Ostali dve zanki sta ravnovesni.

Zanka **upravljanje** je ravnovesna, ker se zaradi večanja učinkov investicij zmanjšuje razkorak med pričakovanimi in dejanskimi učinki, ob povečevanju pričakovanih učinkov pa se razkorak povečuje. S tem se povečuje potreba po ukrepih, z ukrepanjem in prenovo procesov pa povečujemo uspešnost poslovanja, nato dobiček, razpoložljiva sredstva, investicije in učinke.

Tudi zanka **pobude** je ravnovesna, saj podobno kot zanka upravljanje, zaradi večjih pričakovanih učinkov, povečuje razkorak med pričakovanimi in dejanskimi učinki. S tem postajajo močnejši ukrepi in prenova procesov, ki pozitivno vplivajo na pobude za investiranje. Zaradi teh iz razpoložljivih sredstev za investiranje namenijo več za investicije.

Spremenljivke, ki nastopajo v vzročno posledičnem diagramu modela in njihove lastnosti so naslednje:

- **dobiček** predstavlja za naš sistem ključno spremenljivko, ki jo opazujemo.
- **razpoložljiva sredstva za investicije** so sredstva, ki jih organizacija nameni za investiranje.
- **drugi investicijski viri** so poleg investiranja iz dobička drugi vir razpoložljivih sredstev za investicije.
- **investicije** je spremenljivka, ki predstavlja porabo sredstev, ki so se nakopičile v spremenljivki »razpoložljiva sredstva za investicije«, za investiranje v določenem obdobju.
- **učinki investicij** ali učinkovitost investiranja (angl. efficiency) predstavlja delež povečanja uspešnosti poslovanja zaradi večjega investiranja v infrastrukturo oziroma faktor povečanja dobička zaradi investiranja.
- **pričakovani učinki** so indeks s katerim označujemo pričakovanja ali planirane vrednosti učinkov.
- **razkorak med pričakovanimi in dejanskimi učinki** je brezdimenzijska spremenljivka, predstavlja pa razliko med pričakovanimi učinki na poslovanje zaradi investiranja in dejanskimi doseženimi učinki.
- **ukrepi-prenova procesov** je spremenljivka, ki je posledica kontrolnega delovanja sistema in zaznave nastanka razlike med pričakovanimi in doseženimi cilji.
- **pobude za investiranje** predstavljajo delež porabe razpoložljivih sredstev za investiranje.
- **omejitve za ukrepanje** je spremenljivka, ki zajema v sebi vse ovire, ki onemogočajo, da bi se ukrepi v celoti izvedli.
- **uspešnost poslovanja** (angl. effectiveness) je spremenljivka, ki predstavlja indeks povečanja zaslužka, zaradi učinkov investiranja in prenove procesov.
- **zunanje motnje** pomenijo vse negativne vplive na poslovanje in so lahko okrepljena konkurenca, nestabilen trg, nesolidni dobavitelji, nezaupanje kupcev in ostalo.
- **letna rast dobička iz prihodkov** je s faktorjem povečanja izraženo povečanje dobička zaradi povečanja prihodkov iz poslovanja firme.

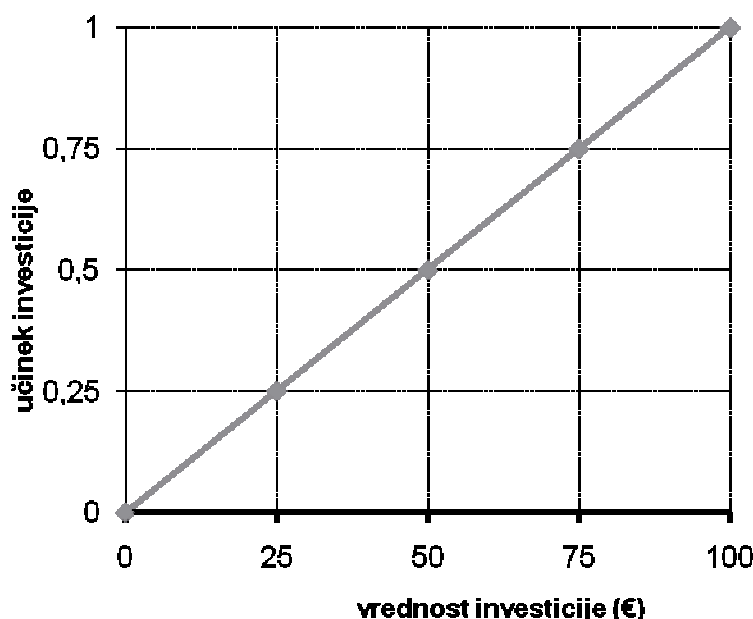
3 Rezultati

Vzorice obnašanja v vzročno posledičnem diagramu lahko preizkusimo na simulacijskem modelu z različnimi scenariji. Simulacijo izvedemo tako, da spremenimo vrednost spremenljivke »delež drugih virov« in opazujemo obnašanje spremenljivk »dobiček«, »razpoložljiva sredstva za investicije« in »vrednost investicij«. Praktično bi to pomenilo, da bo delež virov financiranja iz virov, ki niso dobiček (npr. krediti), narasel iz 30% na 40%, medtem ko bomo iz dobička še vedno odvedli 20% za investicije.

Vpeljemo funkcijo, ki naj popisuje odvisnost učinkov investiranja od vrednosti investicije. Imenujemo jo »**vpliv vrednosti investicij na učinke**«. V prvem in drugem scenariju simulacije je to linearna funkcija prikazana na sliki 3. V nadaljevanju bomo njen potek spremenili in prikazali vrednosti opazovanih spremenljivk v scenariju 3.

Za potrebe simulacije smo s funkcijo zajeli vrednosti investicije od 0 do 100€ in predvideli, da se bo dobiček zaradi

Vpliv vrednosti investicij na učinke



Slika 3: Funkcija linearne odvisnosti učinkov od vrednosti investicij v IT

tega sorazmerno povečeval s faktorjem od 0 do 1, kar pomeni, da se pri investiranih 25€, dobiček poveča za 25% pri večjih investicijah pa več. Potek funkcije je bil izbran kot primer, za njen natančnejši potek pa predlagamo nadaljnje empirične raziskave.

Pri simulaciji sistema uporabimo v **scenariju 1** naslednje začetne vrednosti za zunanje spremenljivke:

zunanja spremenljivka	vrednost
max delež dobička za investicije	0,2
delež drugih virov	0,3
investicijsko obdobje	1
čas do učinkovitosti investicije	1
pričakovani učinki	1,3
zunanje motnje	0,2
omejitve za ukrepanje	0,2
čas za pripravo ukrepov	1
letna rast dobička iz prihodkov	0,1
začetni dobiček	1
povprečna življenjska doba	5
druge pobude in eksperimenti	0,1

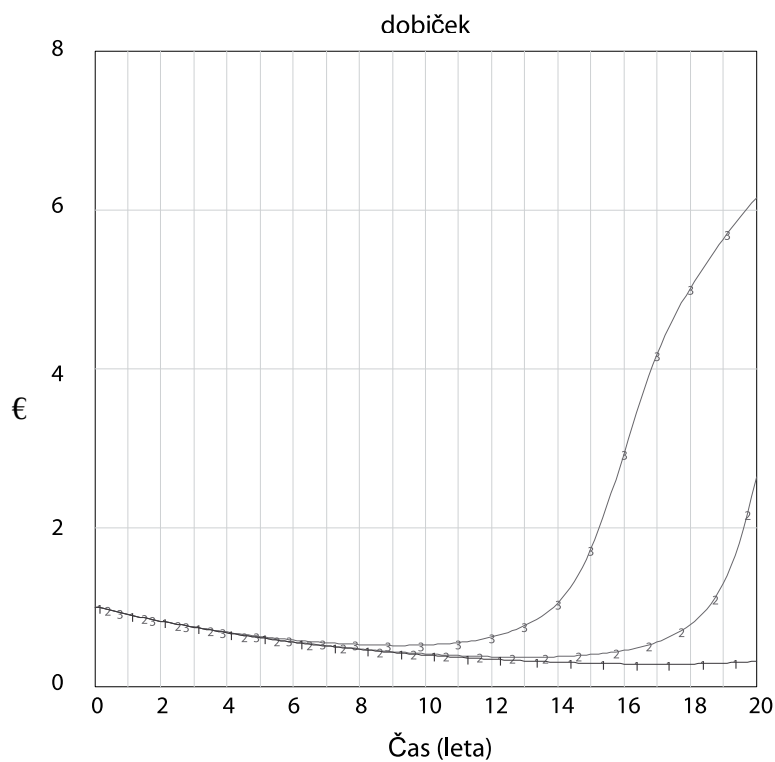
Če uporabimo vrednosti iz zgornje tabele, je obnašanje opazovanih spremenljivk prikazano na diagramih na slikah 4, 5 in 6 s krivuljo označeno s številko 1. Viden je padec vrednosti »dobiček«, prikazan s krivuljo 1 na sliki 4 zaradi predvidenega 20% deleža dobička namenjenega investiranju. V tem primeru učinki investiranja niso dovolj veliki, da bi nadomestili zmanjševanje dobička zaradi investiranja, vendar imajo učinki neprestan pozitivni vpliv, saj se trend padanja zmanjšuje in proti kon-

cu opazovanega obdobja krivuljo dobička preusmerijo v blago rast. Ostali dve spremenljivki imata blago eksponentno rast.

Scenarij 2 je prikazan na diagramih na slikah 4, 5 in 6 s krivuljo 2. Povečali smo vrednost spremenljivke »delež drugih virov« iz 0,3 na 0,4. Za »razpoložljiva sredstva za investiranje« bomo torej namesto 30%, uporabili 40% zunanjih virov, ostalo pa predstavlja 20% dobička. Obnašanje opazovanih spremenljivk se občutno spremeni predvsem na račun povečane učinkovitosti zaradi povečane vrednosti investicij. Krivulja 2, na diagramu »dobiček« (slika 4), ima manjši trend padanja vrednosti kot v scenariju 1, ko pa začne po približno 15 letih naraščati, je trend rasti večji. Tudi ostali dve spremenljivki (slika 5 in slika 6, krivulja 2) dosegata večje vrednosti in trende rasti kot v primeru variante 1.

Posebej moramo poudariti, da sta simulaciji obnašanja sistema v scenarijih 1 in 2 izvedeni s predpostavljeno linearno naraščajočo funkcijo odvisnosti »**vpliv vrednosti investicij na učinke**« (predstavljena na sliki 3). Če funkcijo vpliva spremenimo, se obnašanje sistema bistveno spremeni. Simulacija v **scenariju 3** predpostavlja, da imajo investicije na začetku naraščajoč vpliv na učinke. To pa ne more trajati v nedogled. Od neke vrednosti naprej se njihov vpliv ne povečuje več proporcionalno z rastjo vrednosti investicije, temveč se zmanjšuje in ustali na konstantni vrednosti, kar prikazuje slika 7.

Vrednosti, ki jih ob taki funkcijski odvisnosti investicij in učinkov dosežejo spremenljivke, so prikazane na grafih s krivuljo 3. Zunanje spremenljivke ohranijo iste vrednosti kot v scenariju 2. Najbolj očitno se sprememba opazi pri spremenljivki »dobiček« (slika 4, krivulja 3), ki s časom preide iz stanja eksponentne rasti v stanje približevanja cilju. Opazno je, da dobiček ne narašča eksponentno, ker se učinkovitost vrednosti investicij zmanjšuje, saj se z večanjem investicij njihov učinek

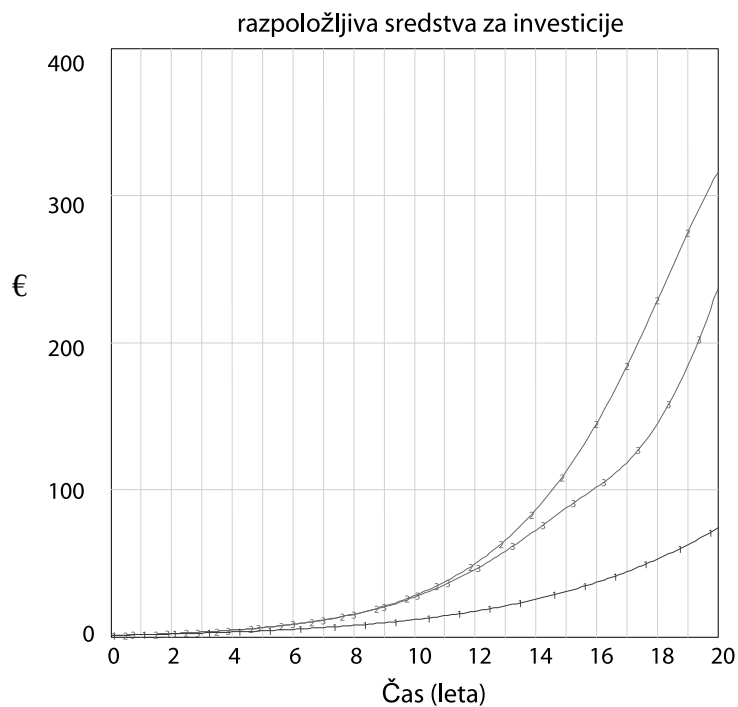


Scenarij 1 – 30% zunanjih virov ---1---1---1---1---1---1---1---1---1---1---1---1---

Scenarij 2 – 40% zunanjih virov ---2---2---2---2---2---2---2---2---2---2---2---2---

Scenarij 3 – 40% zunanjih virov, nelinearna odvisnost ---3---3---3---3---3---3---3---3---

Slika 4: Vrednosti spremenljivke »dobiček« v simuliranih scenarijih

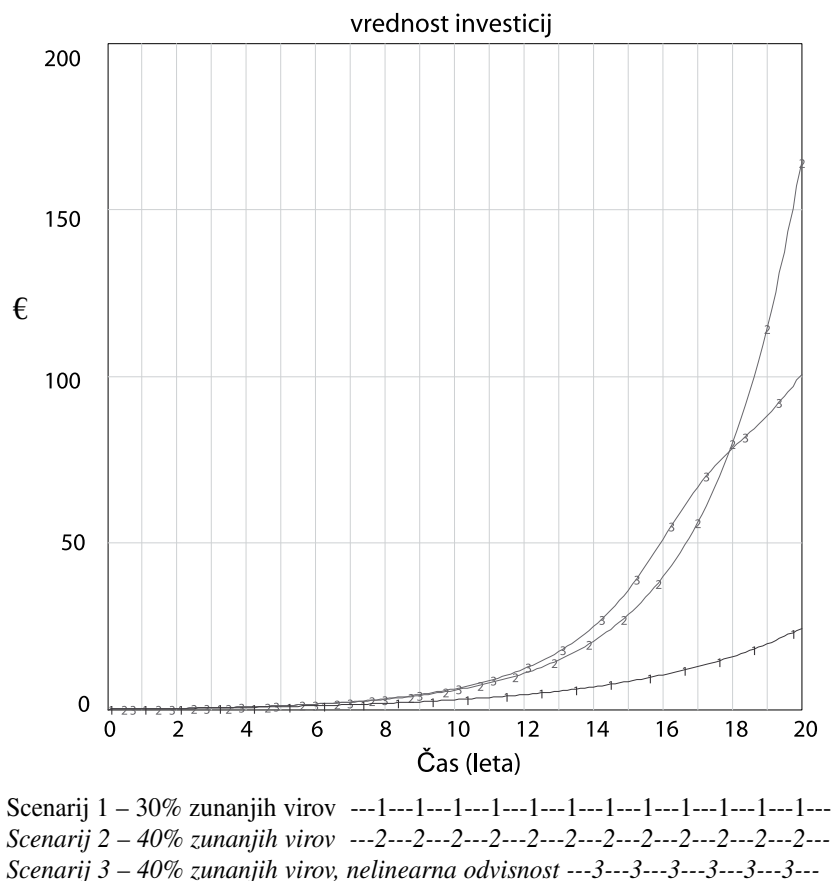


Scenarij 1 – 30% zunanjih virov ---1---1---1---1---1---1---1---1---1---1---1---1---

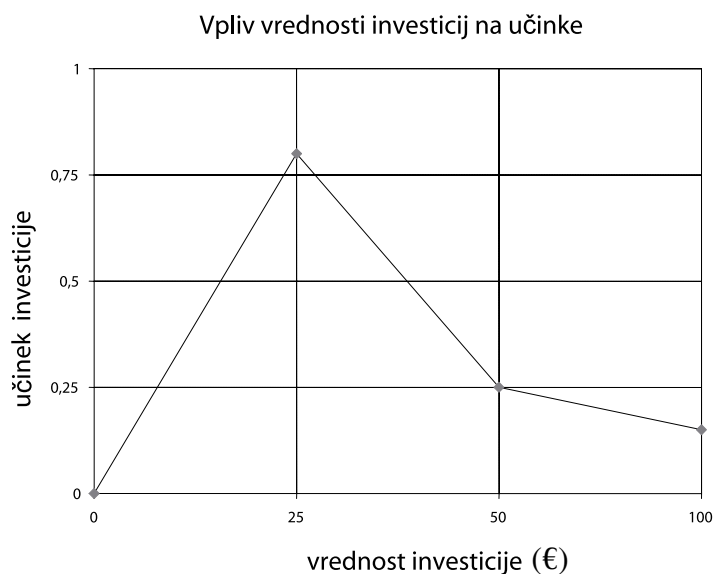
Scenarij 2 – 40% zunanjih virov ---2---2---2---2---2---2---2---2---2---2---2---2---

Scenarij 3 – 40% zunanjih virov, nelinearna odvisnost ---3---3---3---3---3---3---3---3---

Slika 5: Vrednosti spremenljivke »razpoložljiva sredstva za investiranje« v simuliranih scenarijih



Slika 6: Vrednosti spremenljivke »vrednost investicij« v simuliranih variantah



Slika 7: Nelinearen vpliv vrednosti investicij na učinke investiranja

ne kaže vedno enako. S povečevanjem investiranja je namreč potrebnih vedno več sredstev, da bomo dosegli enak učinek.

Dobro poznavanje funkcijskih odvisnosti med spremenljivkami sistema ima bistven vpliv na kvaliteto in uporabnost modela, saj smo pokazali, da močno vplivajo na vrednosti spremenljivk in obnašanje modela.

4 Zaključna analiza modela

Mnoge raziskave so t.i. »paradoks produktivnosti« razložile s tem, da pri ocenah niso bili upoštevani posredni vplivi, ki jih imajo investicije na povečano uspešnost poslovanja oziroma na povečanje dobička. Predstavljeni model je z vpeljavo

spremenljivke učinki investiranja ter funkcije vpliva vrednosti investicij na učinke, zajel to pomanjkljivost. Nakazali smo odgovor na vprašanje kako investiranje v informacijsko infrastrukturo vpliva na dobiček.

V predstavljenih treh simulacijskih scenarijih smo povečali delež zunanjih sredstev za investicije in spremenili funkcijo odvisnosti učinkov od vrednosti investicij. Izkazalo se je, da z večanjem deleža investicij v infrastrukturo, povečujemo odvisne stroške, kar zmanjšuje dobiček, istočasno pa z investiranjem v infrastrukturo povečujemo strateško prožnost (učinke), ki vpliva na povečanje dobička. Pozitiven vpliv investiranja na učinke se bolj poudarjeno izrazi, če povečamo sredstva za investiranje iz zunanjih virov, kar smo pokazali v scenariju 2. Uporabniki modela lahko s spreminjanjem vrednosti katere koli spremenljivke, preigravajo možne scenarije in posledice odločitev v daljših časovnih obdobjih.

Za nadaljnje raziskave so s stališča prikazanega modela najpomembnejša raziskovanja funkcij medsebojnih vplivov spremenljivk. Izkazalo se je, da bi njihova boljša raziskanost bistveno pripomogla k izboljšanju kvalitete modela, kar smo pokazali s simulacijo obnašanja pri dveh različnih funkcijah.

Kot nadaljnjo implementacijo modela predlagamo, da se model za podporo odločanju na področju infrastrukture vključi v širši model odločanja, kjer bi bila upoštevana tudi druga strateška upravljavka področja (na primer marketing, finance, kadri...). Za podporo odločanju na najvišjem nivoju, bi pomenil koristno orodje za simuliranje obnašanja poslovnega sistema in koristen pripomoček za strateške načrtovalce in upravljalce.

Razvoj celovitega modela, ki bi zajel veliko večje število spremenljivk, predvsem pa natančno popisal medsebojne vplive spremenljivk, zahteva timski in interdisciplinaren pristop. Namen članka je bil predstaviti zasnovo modela za podporo odločanju z metodami sistemske dinamike, kot začetek iterativnega procesa oblikovanja modela, ki bo uporaben pripomoček pri oblikovanju strategij in sprejemanju odločitev.

5 Literatura in viri

- Benaroch M. (2002). Managing Information Technology Investment Risk: A Real Options Perspective. *Journal of Management Information Systems*, 19(2), 43-84.
- Bruggen van G. H., Smidts, A. & Wierenga, B. (1998). Improving decision making by means of a marketing decision support system. *Management Science*, 44(5), 645-658.
- Brynjolfsson E. (1993). The Productivity Paradox of Information Technology, *Communications of the ACM*, 36(12), 66-77.
- Brynjolfsson E. & Lorin H. E. (1998). Beyond the Productivity Paradox, *Communications of the ACM*, 41(8), 49-55.
- Dehning B., Richardson J. & Vernon, S. T. (2005). Information Technology Investments and Firm Value. *Information and Management*, 42(7), 989-1008.
- Dutta A. & Rahul R. (2004). A Process-Oriented Framework for Justifying Information Technology Projects in e-Business Environments. *International Journal of Electronic Commerce*, 9(1), 49-68.
- Fichman G. R. (2004). Real Options and IT Platform Adoption: Implications for Theory and Practice, *Information Systems Research*, 15(2), 132-154.
- Forrester W. J. (1961). *Industrial Dynamics*, Cambridge ZDA. MIT Press.
- Forrester W. J. (1968). *Principles of Systems*. Cambridge ZDA. Wright-Allen Press.
- Fowler A. (2003). Systems modeling, simulation and the dynamics of strategy, *Journal of Business Research*, 56(2), 135-144.
- Franco M. & Kljajić M. (2004). Simulacijski model zdraviliškega turizma po metodi sistemske dinamike za potrebe managementa, *Organizacija*, 37(5), 265-272.
- Hilhorst C., Smits M. & van Heck E. (2005). Strategic Flexibility and IT Infrastructure Investments – Empirical Evidence in Two Case Studies. In Proceedings of the 13th European Conference of Information Systems, 26.-28. maj 2005. Regensburg, Nemčija.
- Hitt M. L. & Brynjolfsson E. (1996). Productivity, Business Profitability and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value, *MIS Quarterly*, 20(2).
- Hosman L., Fife E. & Armeij L. E. (2008). The Case for a Multi-Methodological, Cross-Disciplinary Approach to the Analysis of ICT Investment and Projects in the Development World, *Information Technology for Development*, 14(4), 308-327, DOI: 10.1002/itdj.20109.
- Hu Q. & Plant R. (2001). An Empirical Study of the Casual Relationship Between IT Investment and Firm Performance, *Information Resources Management Journal*, 14(3), 15-26.
- Hu Q. & Quan J. (2003). Information Intensity and Impact of IT Investments on Productivity: An Industry Level Perspective In Proceedings of the 11th European Conference of Information Systems. 19.-21. junij 2003. Neapelj, Italija
- Kljajić M. (1994). *Teorija sistemov*. Kranj. Moderna organizacija
- Kljajić M., Bernik I. & Škraba A. (2000). Simulation approach to decision assessment in enterprises, *Simulation*, 75 (4), 199-210
- Kljajić M., Legna Verna C. & Škraba A. (2005a). System Dynamics Model of the Canary Islands for Strategic Public Decisions Support. *Organizacija*, 38(9), 508-518.
- Kljajić M., Legna Verna C. & Škraba A. (2005b). Development of Simulation Model of the Canary Islands for Strategic Decision Making. *Organizacija*, 38(9), 519-529.
- Marquez C. A. & Blanchar C. (2006). A Decision Support System for Evaluating Operation Investments in High-Technology Business, *Decision Support Systems*, 41(2), 472-487.
- Lin C., Pervan G. & Mc Dermid D. (2005). IS/IT Investment Evaluation and Benefits Realization Issues in Australia. *Journal of Research and Practice in Information Technology*, 37(3), 235-251.
- Porter M.E. & Millar V. E. (1985). How information gives you competitive advantage, *Harvard Business Review*. 63(4). 149-160.
- Silvius A. J. G. (2006). Does ROI Matter? Insights into the True Business Value of IT. *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 9(2), 93-104.
- Solow R.M. (1987). We'd better watch out. (12. julij 1987). New York Times. p.36.
- Sterman, D. J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston, MA, ZDA. Irwin McGraw-Hill
- Škraba A., Kljajić M. & Leskovar R. (2003). Group Exploration of SD Models – Is there a Place for a Feedback Loop in the Decision Process?, *System Dynamics Review*, 19(3), 243-263.
- Wang W.-T. & Liu Chao-Yueh (2005). The Application of the Technology Acceptance Model: A New Way to Evaluate Information System Success. In Proceedings of the 23th International Conference of the System Dynamics Society. 17.-21. julij 2005. Boston ZDA: System Dynamics Society.
- Weill P. & Aral S. (2006). Generating Premium Returns on Your IT Investments, *MIT Sloan Management Review*, 47(2), 39-48.

Wimble M. (2006). IT Investment and Firm Risk: The Risk Paradox? In Proceedings of the 12th Americas Conference on Information Systems. 4.-6. Avgust 2006. Acapulco, Mehika.

Miran Šik je zaposlen v firmi Actual IT d.d. kot vodja sektorja infrastrukture. Diplomiral je na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani. Po diplomi se je zaposlil v gospodarstvu, kjer je delal v informatiki na področju razvoja poslovnih informacijskih sistemov, najdlje pa na načrtovanju in upravljanju IT infrastrukture v velikih poslovnih okoljih.